

LA COVA DES PAS DE VALLGORNERA (Llucmajor, Mallorca). LA CAVITAT DE MAJOR DESENVOLUPAMENT DE LES ILLES BALEARS

per Antoni MERINO ¹, Antoni MULET ¹, Guillem MULET ¹, Antoni CROIX ²
Anders KRISTOFERSSON ², Francesc GRÀCIA ³, Joaquín GINÉS ^{4,5} i Joan J. FORNÓS ⁵

Abstract

Cova des Pas de Vallgornera is located in the Llucmajor municipality, Mallorca island, being the longest cave in the Balearic archipelago: currently its surveyed length is over 65.000 metres. It is a really unique cave within the endokarst of the Migjorn region of the island, not only because its development but also for the great deal of uncommon speleothems and solution morphologies. Regarding geological and geomorphologic aspects, this exceptional site clearly shows a very strong control imposed by the lithologic factors –the architecture of the Upper Miocene reef– on the pattern and the morphological features of the system. Furthermore, the cave supplies evidences of a multi-folded speleogenesis that includes besides the coastal mixing zone dissolution, a noticeable epigenic recharge as well as a possible basal recharge of hypogenic origin. All this together, makes the cave certainly outstanding even at an international level. The cave is under the protection of Conselleria de Medi Ambient, Govern de les Illes Balears (the Regional Environmental Authority) and was declared Site of Community Importance, within the Natura 2000 Network (European Council Directive 92/43/EEC). Access to the cave is highly restricted and only surveying and investigation tasks are authorized by the Regional Authority.

Resum

La Cova des Pas de Vallgornera està situada al municipi de Llucmajor, a l'illa de Mallorca, essent la cavitat de major desenvolupament de l'arxipèlag amb un recorregut actualment topografiat de més de 65.000 m. És una cavitat única dins de l'endocarst de la zona del Migjorn de l'illa, no tan sols per les seves dimensions sinó també per l'abundància d'espeleotemes poc freqüents i de morfologies de dissolució. Pel que fa als aspectes geològics i geomorfològics, aquesta cova excepcional mostra un fort control imposat pels factors litològics –l'arquitectura de l'escull del Miocè superior– sobre les característiques morfològiques del sistema espeleològic. A més a més, la cova aporta evidències d'una espeleogènesi complexa que inclouria, a part de la dissolució produïda en la zona de mescla costanera, una notable recàrrega meteòrica superficial així com una possible recàrrega basal d'origen hipogènic. Totes aquestes peculiaritats fan que la cavitat sigui certament remarcable fins i tot a nivell internacional. La cova està protegida per la Conselleria de Medi Ambient, del Govern de les Illes Balears, i està declarada Lloc d'Interès Comunitari, dins de la xarxa Natura 2000 (Directiva del Consell Europeu 92/43/CEE). L'accés a la cavitat es troba restringit i es limita als treballs de topografia i estudis de diversos tipus que han de ser autoritzats per la Conselleria.

Resumen

La Cova des Pas de Vallgornera se encuentra situada en el municipio de Llucmajor, en la isla de Mallorca, siendo la cavidad de mayor recorrido del archipiélago con un desarrollo topografiado en la actualidad de más de 65.000 m. Es una cavidad única dentro del endokarst de la zona de Migjorn de la isla, no solo por sus dimensiones sino también por la abundancia de espeleotemas poco frecuentes y morfologías de disolución. En relación con los aspectos geológicos y geomorfológicos, esta cueva excepcional presenta un claro control impuesto por factores litológicos –la arquitectura del arrecife del Mioceno superior– sobre las características morfológicas del sistema espeleológico. Además, la cueva aporta evidencias de una compleja espeleogénesis que incluiría, aparte de la disolución producida en la zona de mezcla costera, una notable recarga meteórica superficial así como una posible recarga basal de origen hipogénico. Todas estas peculiaridades hacen que la cavidad sea ciertamente destacable incluso a nivel internacional. La cueva está protegida por la Conselleria de Medi Ambient, del Govern de les Illes Balears, y está declarada Lugar de Interés Comunitario, dentro de la red Natura 2000 (Directiva del Consejo Europeo 92/43/CEE). El acceso a la cavidad está restringido y se limita a trabajos de topografía y estudios de diversos tipos que han de ser autorizados por la Conselleria.

1 Grup Espeleològic de Llubí.
2 Agrupació Esportiva Voltors. Palma.
3 Grup Nord de Mallorca. Pollença.

4 Grup Espeleològic EST. Palma.
5 Karst and Littoral Geomorphology Research Group.

Introducció: història dels descobriments

No hi ha cap dubte que la Cova des Pas de Vallgornera és la cavitat més important de les Illes Balears, tant pel que fa al seu desenvolupament (més de 65.000 m de recorregut) com per les seves excepcionals característiques morfològiques i la remarcable abundància de tot tipus d'espeleotemes. La presència d'importants zones aquàtiques dóna un atractiu especial a la cova, la qual compta també amb extenses continuacions subaquàtiques que totalitzen més de 10.000 m de galeries i sales. La cavitat compta amb una abundant bibliografia dedicada sobretot a la seva descripció i als aspectes morfogènets la qual, sense caràcter exhaustiu, apareix amplament referida en el present treball. Pel que fa a la història de les exploracions, aquesta no és massa llarga –poc més de 40 anys– i ha tingut lloc en tres etapes principals que seran tractades tot seguit.

SECTOR ANTIC (1968-1992)

El descobriment de la Cova des Pas de Vallgornera té lloc el divendres 26 d'abril de 1968, quan mestre Tomeu Covas excavava un pou negre per a les aigües residuals de l'Hotel Es Pas, que aleshores s'estava edificant en aquell paratge. A pocs metres de la superfície, el martell pneumàtic que emprava s'enfonsà, essent ampliada posteriorment l'obertura de la cavitat. Al dia següent, el dissabte dia 27, en Miquel Font Oliver i el fotògraf llucmajorer Magín Clar duen a terme una primera exploració de la cova i fan algunes fotografies. El diumenge dia 28, el *Diario de Mallorca* publica a tota plana la notícia del descobriment d'unes coves a la zona de Vallgornera. Al llarg del mes de maig de 1968, la cova és visitada per una comissió de l'Ajuntament de Llucmajor integrada per Pere Cabrer (president del *Sindicato Provincial de Hostelería*), Antoni Garau (cap de la *Demarcación de Costas*), Luis Sanz (cap de l'*Oficina de Información y Turismo*) i acompanyats pel ja citat Miquel Font, aleshores tinent de batlle de Llucmajor.

Durant els mesos següents realitzaren exploracions en la cavitat diferents equips espeleològics mallorquins, com són el Centro de Actividades Espeleológicas (CAE), el Grup Espeleològic EST i l'Speleo Club Mallorca (SCM).

Alguns anys més tard, el propietari de l'hotel contractà els serveis d'uns espeleòlegs i bussejadors belgues, pertanyents al *Groupe Spéléo Namur-Ciney*, per tal que exploressin a fons la cova i emetessin un informe sobre les possibilitats d'habilitar-la per al turisme, al mateix temps que es procedia a l'aixecament d'una primera topografia (COLLIGNON, 1982). L'esmentat informe fou negatiu, i en conseqüència s'abandonaren els plans d'explotació. Posteriorment, arran d'una trobada que tingué lloc el 1990 entre membres del Grup Espeleològic EST i de la Secció d'Espeleologia de l'ANEM, es decideix emprendre la topografia i estudi de la cavitat, activitats que començaren l'any 1991 i es finalitzaren el 1992 (MERINO, 1993).

NOVES EXTENSIONS (1994-1999)

El 2 de juliol de 1994, els espeleòlegs mallorquins Miquel Àngel Barceló i Pedro Riera descobreixen un pas que dóna accés a noves galeries i realitzen l'exploració dels nous sectors, que designarem com a les **Noves Extensions**. En dates posteriors, comuniquen la troballa al col·lectiu espeleològic i es visita la cavitat per tal d'anar preparant l'aixecament topogràfic de les noves descobertes, tasca que s'inicia el dia 11 de desembre del mateix any per part de la Secció d'Espeleologia de l'ANEM i del Grup Espeleològic de Llubí (GELL).

Els treballs topogràfics se succeeixen durant tot el mes de gener de 1995, emperò es produeixen una sèrie de problemes que motiven que el 25 de febrer d'aquell any s'aturin els treballs en la cavitat. Malgrat això, els dies 1 i 29 de juliol es continua amb les tasques topogràfiques.

Durant tot l'any 1996 no es realitza cap treball a la cavitat. El dia 24 de maig de 1997 es reprèn la topografia. L'activitat continua al llarg de l'estiu, fins que el dia 2 d'agost de 1997 ens trobem que l'accés a la cova ha estat segellat amb una plataforma de formigó armat. En una reunió mantinguda amb l'empresa que es va encarregar d'abocar el formigó, ens comuniquen que l'ordre fou donat per l'Ajuntament de Llucmajor.

S'inicia un període de conversacions amb la Conselleria de Medi Ambient i, gràcies a la intensa tasca realitzada per en Joan Mayol i la Federació Balear d'Espeleologia, s'aconsegueix arribar a un acord entre la Conselleria i l'Ajuntament de Llucmajor, mitjançant el qual es procedeix a iniciar accions per tal de protegir la cavitat. Així, es realitzen una sèrie d'obres a l'entrada de la cova i el dia 4 de juliol de 1998 es reprenen els treballs de topografia, que es veuen interromputs el 15 d'agost del mateix any en desaparèixer la porta d'entrada a la caseta d'accés a la cova i ser segellada amb soldadura la porta metàl·lica que permet accedir a l'interior de la cavitat.

La Conselleria de Medi Ambient posa l'oportuna denúncia davant la Guàrdia Civil, i el 14 de novembre de 1998 s'inicia la darrera etapa de la topografia de la Cova des Pas de Vallgornera, tasca que finalitza el 27 de novembre de 1999. La cavitat passa a tenir en aquells moments un desenvolupament de 6.435 m (MERINO, 2000).

DESCOBRIMENTS 2004 (2004-2011)

En finalitzar la topografia de la cavitat, el 1999, membres del Grup Espeleològic Llubí i de la Secció d'Espeleologia de l'ANEM continuaren visitant assíduament la cova amb l'objectiu, entre d'altres, de continuar les investigacions i estudis en punts remots del sector de les **Noves Extensions**. D'ençà de l'any 2002, l'exploració es centra en la zona compresa entre el final del **Llac de na Gemma** i la **Sala de na Bàrbara**. Aquest interès es basa en l'existència d'un corrent d'aire, que fluctua en intensitat i sentit però sense una direcció clara. Per aquest motiu, es procedeix a un control exhaustiu tant de la pressió atmosfèrica com dels canvis del nivell dels llacs. Com a una primera conseqüència d'aquests treballs es

localitzaren, en la part N de la **Sala de na Bàrbara**, unes galeries de reduïdes dimensions i una sala amb un petit llac. Dos anys de treball continuat donaren com a resultat que, el juny de 2004, els espeleòlegs Guiem Mulet, Toni Mulet i Toni Merino pogueren seguir amb claredat el corrent d'aire i trobaren un pas per on aquest desapareixia. Una vegada desobstruït, es va accedir en primer lloc a un conjunt de galeries i passos estrets entre blocs rocosos, que donaven la impressió que acabarien tancant-se completament, impedit així la progressió. Després de diverses hores explorant entre blocs, un dels espeleòlegs segueix una estreta escletxa que finalment conduí al solitari explorador fins a l'inici de la **Sala Que No Té Nom** (Figura 1). Amb l'emoció continguda, l'explorador tornà a buscar la resta de l'equip per tal de comunicar-les la troballa: s'havia aconseguit l'accés a un immens conjunt de galeries i sales que integra el sector que anomenarem **Descobriments 2004**.

A partir d'aquell moment s'inicia una frenètica activitat exploratòria i de topografia que es manté fins al dia d'avui (MERINO *et al.*, 2006, 2007, 2008, 2009c; GRÀCIA *et al.*, 2009a). Diferents grups de Mallorca se sumen a aquest esforç: Secció d'Espeleologia Voltors, Grup Espeleològic EST i espeleobussejadors del Grup Nord de Mallorca. Alguns dels projectes que es duen a terme compten també amb la participació d'institucions científiques locals com la Universitat de les Illes Balears (GINÉS *et al.*, 2008, 2009a; MERINO *et al.*, 2009a, 2009b; MERINO & FORNÓS, 2010a, 2010b), o fins i tot estrangeres (DORALE *et al.*, 2010; TUCCIMEI *et al.*, 2010).

Descripció de la cavitat

La cavitat pot ésser dividida en tres parts principals, que es corresponen amb les diferents fases que abans han estat distingides en parlar de l'exploració de la cova: l'anomenat **Sector Antic**, les **Noves Extensions** i el gran sector recentment descobert que es designarà com a **Descobriments 2004**. La descripció de la cavitat s'efectuarà tot seguint aquesta divisió en tres grans zones, per bé que l'extensió dedicada als **Descobriments 2004** serà molt major en funció del gran desenvolupament que presenta aquesta zona, en la qual es distingiran fins a set sectors diferenciats addicionals (Figura 2).

SECTOR ANTIC

El **Sector Antic** està format per una sala –la **Sala d'Entrada**– a la qual s'accedeix mitjançant un pou artificial d'uns 6 m de fondària. El paviment de la sala està format per l'acumulació de blocs de diverses mides, cimentats en la seva majoria per colades pavimentàries. S'observa també una certa compartimentació deguda a l'existència d'abundants massissos estalagmítics i columnes, al temps que les estalagmites i estalactites abunden per tota la sala (Figura 3). Tot al voltant de la sala, aquesta davalla en diferents punts fins a arribar al nivell freàtic, on es disposen un seguit de petits llacs salabrosos al llarg de la seva perifèria.



Figura 1: El grup d'espeleòlegs que començaren l'exploració i topografia d'alguns dels sectors compresos en el que anomenem **Descobriments 2004**. (Foto: A. Merino).

Figure 1: The group of cavers who first explored and surveyed some of the passages within the **Descobriments 2004** sector of the cave. (Photo: A. Merino).

Si ens dirigim cap a la part E de la **Sala d'Entrada**, trobem un gran gour de poca fondària, superat el qual s'entra en un caos de blocs que cal travessar per accedir a un petit pou; en la seva base s'inicia la **Pista Americana**, caracteritzada per l'escassa presència de formes de reconstrucció. El sòl inclinat d'aquesta galeria està ocupat per grans blocs i tota la seva zona S està limitada per diminuts llacs. Al final de la galeria existeix una gran sala –la **Sala del Moonmilk**– de sòtil baix i sòl irregular; com a tret destacat, cal ressaltar l'existència de processos de descalcificació que motiven la presència de grans quantitats de *moonmilk*, que donen nom a la sala. Cap al final d'aquesta, i a través d'un pas entre blocs, es pot accedir a la **Via Max**, constituïda per una galeria que manté les mateixes morfologies que són comunes a tota aquesta zona.

De bell nou en la **Sala d'Entrada**, i avançant en direcció NW, es localitzen alguns passos entre blocs que comuniquen amb les zones del **Sector Antic** cobertes per les aigües salabroses, així com amb el conjunt de galeries que formen les **Noves Extensions**.

NOVES EXTENSIONS

Les **Noves Extensions** poden ser dividides al seu torn en dos sectors diferenciats, el primer d'ells format per una sèrie de galeries aquàtiques i llacs de notable extensió, entre les quals destaquen el **Llac de na Gemma** i la **Sala de na Bàrbara**. En finalitzar l'espectacular **Llac de na Gemma** –que fa devers 200 m de llargada– la galeria esdevé bastant estreta degut a la presència de colades i blocs que marquen el pas cap a la **Sala de na Bàrbara**, punt on se situa la comunicació amb els **Descobriments 2004**.

La segona part, el **Sector Laberíntic**, la constitueixen un entrellat de galeries de dimensions modestes (Figura 4) que mostren les parets i sostres coberts completament per cridaneres morfologies de dissolució de la roca calcària; clars exemples de galeries d'aquest tipus són la **Galeria d'Enmig** i la **Galeria de Llevant**. En alguns punts s'observen espeleotemes, malgrat que en general són escassos i de poca entitat.

DESCOBRIMENTS 2004

A grans trets les noves galeries i sales descobertes fa pocs anys a la cavitat –zona que anomenarem **Descobriments 2004**– es caracteritzen per l'existència de dos nivells netament diferenciats, a més dels sectors subaquàtics. El primer d'ells està situat en torn al nivell freàtic o uns pocs metres per damunt (Figura 6); en aquells llocs on s'han produït acumulacions de blocs, per l'esfondrament de les parets i sòtils, es desenvolupen des de galeries de mida variable fins a grans sales, algunes de notables dimensions. En segon lloc se situa el que anomenem “nivell superior”, on es disposen conjunts de galeries (Figura 5) que formen extensos laberints situats entre 8 i 11 m per damunt del nivell freàtic. En nombrosos punts, ambdós nivells estan connectats entre sí.

En aquesta gran zona és on la cavitat adquireix una magnitud i desenvolupament notables, tant pel que fa al

volum de les sales i galeries com al seu recorregut. A efectes descriptius els **Descobriments 2004** seran dividits en els set sectors següents: **Sector de les Grans Sales**, **Sector de Gregal**, **Sector Subaquàtic de Gregal**, **Sector F**, **Sector del Clypeaster**, **Sector del Tragus** i **Sector Nord**.

Sector de les Grans Sales

Aquest sector estaria integrat per un conjunt de sales d'esfondrament, on sobresurten per les dimensions la **Sala Que No Té Nom** i la seva continuació natural anomenada **Galeria dels Espeleotemes**, el **Llac Quadrat**, i d'altres saletes de menor entitat com la **Sala Blanca**. Aquest conjunt de sales té com a denominador comú l'acumulació de grans blocs que formen el paviment de les mateixes, així com l'escassetat general d'espeleotemes (excepció feta de la galeria homònima) i l'existència de processos de descalcificació. Com a conseqüència dels mecanismes de reajustament mecànic dels blocs despresos, les gruixades colades pavimentàries que els cobreixen es troben en molts de casos rotes i fragmentades.

La **Sala Que No Té Nom** és, ara per ara, la de majors dimensions de tota la cavitat; té una longitud aproximada de 160 m, una amplada màxima que supera els 40 m i una alçada d'uns 10 m entre el sòtil i els punts més elevats del paviment de la sala. Es tracta d'un clar exemple de sala d'esfondrament (o *collapse chamber* segons GINÉS, 2000) per bé que d'unes mides poc habituals en el carst del Migjorn de l'illa. A ambdós costats del seu eix central els blocs han format sengles rosts descendents que assoleixen el nivell freàtic; així, es disposa al llarg del contorn de la sala tot un reguitzell de petits llacs d'aigües salabroses que la voregen gairebé en la seva totalitat. El **Llac Quadrat** és una altra sala de similars característiques, emperò es troba totalment ocupada per les aigües formant un extens llac amb el fons ocupat per blocs rocosos; les parets de la sala són verticals i llises de la mateixa manera que succeeix amb el sòtil.

Sector de Gregal

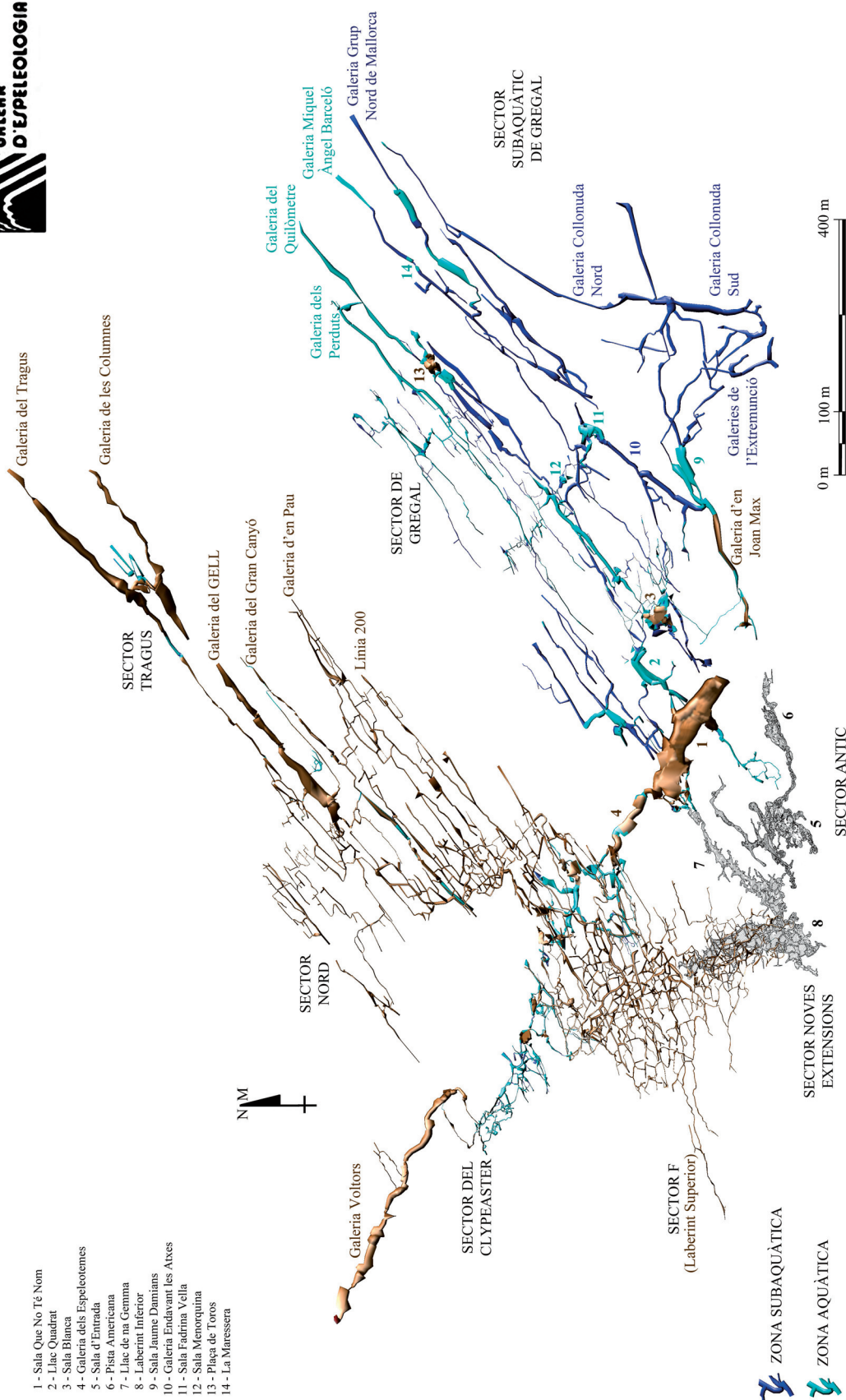
La zona que ens ocupa ara, així com el sector subaquàtic homònim, s'iniciem a partir del **Llac Quadrat** localitzant-se respectivament en torn al nivell freàtic o per sota d'aquest. Sobresurten per la seva magnitud, entre d'altres, la **Galeria del Quilòmetre** i la **Galeria dels Perduts** que apareixen cobertes al llarg del seu recorregut per aigües salabroses, existint també acumulacions de grans blocs que dificulten el trànsit per la zona. Amb unes dimensions menors, cal ressaltar la **Galeria d'en Navarrete** per les notables acumulacions de sediments argilosos que entapissen bona part de la mateixa. Entre les galeries principals esmentades hi ha distribuïts, en distintes zones, laberints formats per galeries de petites dimensions, algunes de les quals resulten intransitables quan el nivell freàtic està elevat.

La **Galeria del Quilòmetre**, com el seu nom indica, presenta una longitud d'uns 1.000 m, la majoria dels quals estan negats constituint llacs més o manco

COVA DES PAS DE VALLGORNERA (LLUCMAJOR)



- 1 - Sala Que No Té Nom
- 2 - Llac Quadrat
- 3 - Sala Blanca
- 4 - Galeria dels Espelotemes
- 5 - Sala d'Enrada
- 6 - Pista Americana
- 7 - Llac de na Gemma
- 8 - Laberint Inferior
- 9 - Sala Jaume Damians
- 10 - Galeria Endavant les Aïxes
- 11 - Sala Fadrina Vella
- 12 - Sala Menorquina
- 13 - Plaça de Toros
- 14 - La Maressera



RECORREGUT TOTAL: 62.066 m

Figura 2: Topografia i toponímia detallada dels sectors, galeries principals i sales de la cavitat.

Figure 2: Survey and detailed toponymy of sectors, main galleries and chambers of the cave.



Figura 3: El **Sector Antic** està format per una galeria principal i una sala de col·lapse, bellament decorada per espeleotemes que cobreixen i cimenten la major part dels blocs rocosos que formen el paviment de la sala. (Foto: A. Merino).

Figure 3: **Sector Antic** is formed by a main gallery and a breakdown chamber beautifully ornamented with speleothems that cover and cement most of the large accumulations of boulders that floor the chamber. (Photo: A. Merino).

profunds; en determinats punts, i degut a processos de reajustament de les voltes, s'han produït col·lapses de blocs rocosos que interrompen el recorregut aquàtic, fet que obliga a petites remuntades i davallades per tal de sortejar aquests punts. De manera irregular apareixen sectors bellament decorats per diverses classes d'espeleotemes (Figura 7). Al llarg del costat SE d'aquesta galeria es presenten algunes sales d'esfondrament, de petites o mitjanes mides, com la **Sala de la Fradina Vella** i la **Sala de la Menorquina**. L'últim terç de la **Galeria del Quilòmetre** s'inicia en una nova sala d'esfondrament —la **Plaça de Toros**— de forma gairebé circular i amb el paviment constituït per un gran con de blocs que s'eleva uns 8 m per damunt del nivell freàtic. En els laterals de la sala és possible observar com les parets van descendint de manera esglaonada, per mor dels estrats calcaris que afloren en elles.

La **Galeria dels Perduts**, amb uns 600 m de longitud, no presenta pràcticament espeleotemes mentre que les seves parets i sòtils estan coberts en alguns punts per capes gruixades de *moonmilk*; en altres punts, la presència de morfologies de corrosió és molt patent. Aquesta galeria està també negada per les aigües freàtiques i és bastant estreta en general. Finalment, la **Galeria d'en Navarrete** destaca no tan sols per les abundants formes de corrosió que cobreixen les parets i sòtils, sinó pels notables dipòsits de masses argiloses apilades en el centre dels passadissos que arriben a tenir fins a un metre de potència.

Sector Subaquàtic de Gregal

Per raons pràctiques es denomina **Galeria Miquel Àngel Barceló** al tram subaquàtic format per la unió de galeries successives que s'enllacen linealment. El primer tram s'inicia a l'extrem NE del **Llac Quadrat** i enllaça amb la zona d'accés aeri de la **Galeria del Quilòmetre**; en total suposa 283 m de galeria. D'aquí parteix un altre passatge relativament estret que prossegueix 173 m en diverses direccions, encara que amb tendència E, per a després seguir 655 m generalment per una àmplia i profunda galeria, amb valors de fondària que arriben a assolir els 8 m. Les amplàries estan compreses generalment entre uns 1,5 m i 2 m els primers centenars de metres i entre 4 i 7 m gairebé els 500 m darrers. Uns 200 m abans del final s'arriba a un esfondrament profusament decorat d'espeleotemes sota les aigües, que fa tornar la galeria aèria i que per poc no tanca el pas **La Maresseira**. Una vegada superat el col·lapse, la galeria torna a agafar mesures d'amplària considerables fins que finalitza en una zona bellament concrecionada, després de passar una llarga cambra aèria. El recorregut lineal total és de 1.091 m partint des del **Llac Quadrat** fins al final de la **Galeria Miquel Àngel Barceló**. La **Galeria Grup Nord de Mallorca (GNM)**, recorre 709 m en direcció aproximada de 50°, fins a finalitzar en una zona d'esfondrament, de sostre pla i amb margues al sòtil. Al llarg d'aquest passatge, de control clarament estructural, se succeeixen diverses morfologies, amb predomini de les



Figura 4: El sector de les **Noves Extensions** consta d'uns impressionants llacs d'aigües salabroses i d'una xarxa de galeries, que es desenvolupen en torn al nivell freàtic i es troben totalment cobertes per formes de dissolució. (Foto: A. Merino).

Figure 4: **Noves Extensions** sector comprises impressive phreatic ponds of brackish waters and a network of passageways situated at the water table level, covered in solutional sculpturings. (Photo: A. Merino).



Figura 5: Galeria de petites dimensions situada en el nivell superior, el qual es caracteritza per formar un entrellat de galeries rectilínies que configuren laberints complexos. (Foto: A. Merino).

Figure 5: Small size passage located at the upper level, the latter being characterized by networks of rectilinear passages that form complex mazes. (Photo: A. Merino).

leria pràcticament és de direcció N-S (8°), amb un volum important. El ramal N a partir del encreuament prossegueix un centenar de metres i presenta com a continuació la **Galeria Hidrotermal**, de gairebé 200 m lineals i direcció 73° ; es tracta d'una galeria a on es fan ben visibles les evidències sedimentàries de possible origen hidrotermal (GINÉS *et al.*, 2009a). En resum, la **Galeria Collonuda** representa linealment 615 m des de l'inici de l'encreuament (1.729 m des de l'inici del busseig al final del **Llac Quadrat**). Tota la zona compresa entre el final de la **Sala Jaume Damians**, al S, i fins a l'encreuament amb la **Galeria Collonuda Sud** (**Galeries de l'Extremunció**) constitueix un laberint de galeries que s'entrecreuen i que encara està en una fase inicial d'exploració i topografia.

Sector F

Aquest sector està integrat per un entrellat de petites galeries, que es localitzen en el nivell superior de la cavitat. Malgrat que el **Sector F** se situa per sobre del sector laberíntic de les **Noves Extensions**, de moment no s'ha aconseguit enllaçar ambdós pisos. En aquesta zona, les àrees amb morfologies de corrosió s'intercalen amb altres zones cobertes de formacions. Es caracteritza per estar constituït per una xarxa laberíntica de galeries de diverses mides i morfologies. Existeixen galeries

amb el sòl pla i regular, cobert per colades pavimentàries o format per la mateixa roca calcària; per altra banda, n'hi ha d'altres que són estretes i amb el sòl molt irregular degut a la diàclasi sobre la que s'ha desenvolupat la galeria. En general, quan els passatges són amples els paviments solen ser plans. El *moonmilk* entapissa gairebé completament parets i sòls, alternant amb alguns punts proveïts d'abundants i variats espeleotemes. Destaquen els gours de forma allargassada, molts dels quals estan plens d'aigua dolça i amb el fons cobert de cristalls de calcita.

Sector del Clypeaster

Es caracteritza per l'existència d'un entramat laberíntic de galeries que es desenvolupen tant en torn al nivell freàtic com a un nivell més elevat; les parets estan cobertes per una gran varietat de formes de dissolució, mentre que els espeleotemes no són massa abundants. A més a més, hi ha diverses sales d'esfondrament de petites dimensions distribuïdes al llarg d'aquesta zona, com és el cas de la **Sala Fosca** i la **Sala del Compàs**. Aquestes sales solen tenir el sòl ocupat per grans blocs, en ocasions coberts per capes de colades pavimentàries que apareixen esquerdades allà on s'han produït fenòmens de solifluxió. Per altra banda, destaca la **Galeria Voltors** com a exemple paradigmàtic d'una galeria totalment coberta per morfologies de dissolució que afecten als coralls que formen la roca mare. Cal ressenyar també diverses galeries ben individualitzades, com són la **Galeria de les Toveres**, la **Galeria dels Clypeasters** i la **Galeria de la Costella**.

Començant per la **Galeria de les Toveres**, aquesta posa en comunicació la zona més septentrional del **Sector F** –pertanyent al nivell superior– amb la **Galeria dels Clypeasters**, localitzada en el nivell freàtic. Es caracteritza per l'abundància d'uns espeleotemes que han estat denominats amb el terme “tovera” (*cave rim*), que es desenvolupen en el sòl de la galeria (MERINO, 2006, 2007b). Hi ha nombroses colades pavimentàries i parietals, que arriben a crear passos bastant estrets; al mateix temps, i distribuïdes irregularment, s'observen zones cobertes d'abundant *moonmilk*.

La **Galeria dels Clypeasters** és totalment aquàtica i té una direcció NE-SW, presentant unes dimensions variables que no ultrapassen els 2 m d'amplada. Sobre aquesta galeria existeixen les dues finestres que la comuniquen amb el nivell superior. Pel que fa a la **Galeria de la Costella**, es tracta d'un estret passatge mig inundat en la seva primera meitat, amb algunes colades pavimentàries i les parets cobertes de formes de dissolució no massa cridaneres.

Finalment la **Galeria Voltors**, d'uns 500 m de llargada, està situada en l'extrem NW del **Sector del Clypeaster**. Totes les parets, sòls i paviments presenten abundants i espectaculars morfologies espongiformes de dissolució (Figura 9) que arriben a afectar també als grans blocs caiguts, el que provoca que el trànsit per la galeria sigui més aviat difícil. Les formes de reconstrucció són pràcticament inexistent i destaquen les notables acumulacions de blocs de gran mida, en el terç final de la galeria.



Figura 6: El sector **Descobriments 2004** és on la cavitat assoleix les seves majors i realment notables dimensions. En línies generals aquest sector està clarament organitzat en dos nivells diferents, a part del conjunt de galeries subaquàtiques. El primer d'ells es localitza al voltant del nivell freàtic i comprèn galeries aquàtiques i sales. (Foto: A. Merino).

Figure 6: **Descobriments 2004** sector is where the cave reaches its largest and notable dimensions. Generally speaking it is clearly organized in two different levels, besides the underwater extensions. The first one is located at the water table level and encompasses aquatic passages and chambers. (Photo: A. Merino).

El **Sector del Tragus** és el més extens i voluminós del que s'ha designat com a **Descobriments 2004**, i està integrat per una gran zona laberíntica on s'individualitzen una sèrie de galeries rectilínies, que es desenvolupen més o manco paral·leles en una direcció aproximada SW-NE. Les galeries es disposen tant al voltant del nivell freàtic com en el nivell superior, i es caracteritzen per tenir unes longituds remarcables; algunes presenten un desenvolupament proper al quilòmetre i estan estructuralment controlades per importants diàclasis. Destaquen per les seves dimensions i espectacularitat la **Galeria del Tragus** i la **Galeria del GELL**, mentre que altres galeries també dignes de menció són la **Galeria de les Columnes**, **Línia 200**, la **Galeria d'en Pau** i la **Galeria del Gran Canyó**. Des del punt de vista morfològic, cal destacar la varietat de formes de dissolució així com la presència d'espeleotemes de diferents tipologies; al mateix temps existeixen notables dipòsits de *moonmilk* en sòtils i parets.

La **Galeria d'en Pau** serveix de nexa d'unió entre el **Sector F** i el **Sector del Tragus**. Té una longitud total que supera els 800 m, essent la seva amplada molt variable però sense superar els 3 m. Les parets presenten formes destacables de dissolució i els espeleotemes es prodiguen en varis sectors, tenint especial importància els gours que ocupen llargs trams de la galeria i emmagatzemen quantitats significatives d'aigua dolça.

En la **Línia 200** se succeeixen trams amb abundants gours eixuts, proveïts de delicades cornises cristal·lines (*crescent shelfstones*). Al mateix temps, els plans d'estratificació han estat aprofitats per la dissolució, creant nínxols de sòl i sòtil plans sobre els quals s'han dipositat diversos espeleotemes. En general sovintegen les colades pavimentàries, banderes, helictites i estalactites fistuloses.

Pel que fa a la **Galeria del Gran Canyó** es poden diferenciar clarament dues parts. Per una banda, el tram situat més al NE té unes dimensions reduïdes i una marcada presència de blocs que cobreixen el sòl en la seva totalitat. Pràcticament no hi ha espeleotemes, i els pocs existents presenten estats avançats de descalcificació; a més a més, moltes de les parets estan cobertes de potents capes de *moonmilk*. Per altra banda, el tram que s'estén cap al SW adquireix unes magnituds majors i exhibeix una secció subrectangular. Aquesta part de la galeria està ocupada gairebé en tota la seva longitud per un llac d'aigües salabroses. En alguns punts del sòtil, que se situa a uns 6 m d'alçada, s'observa una fractura molt marcada que es perllonga al llarg de bona part de la galeria; aquesta circumstància ha propiciat el creixement de grans grups de banderes, que juntament amb colades pavimentàries, estalactites, estalagmites i estalactites fistuloses contribueixen a l'ornamentació de la galeria. L'últim tram –en direcció SW– destaca per les grans acumulacions de dipòsits argilosos, tant en el fons del llac com en punts situats per damunt del nivell



Figura 7: Els sectors de **Gregal** i **Subaquàtic de Gregal** estan formats per galeries de notable longitud ocupades per les aigües freàtiques salabroses. En alguns punts els passatges es troben esplèndidament decorats. (Foto: A. Merino).

Figure 7: **Gregal** and **Subaquàtic de Gregal** sectors are formed by long passages drowned by brackish phreatic waters. At some points the galleries show lavishly decorated spots. (Photo: A. Merino).



Figura 8: Les importants continuacions subaquàtiques que estan essent explorades i topografiades actualment, presenten una disposició morfològica similar a la de les galeries del nivell superior. (Foto: M.A. Perelló).

Figure 8: Extensive underwater passages that show a similar morphological setting to that of the upper level galleries, are still being explored and surveyed. (Photo: M.A. Perelló).

de les aigües, que apareixen esquerdats per abundants polígons de retracció.

La **Galeria del GELL** té una longitud d'uns 260 m i pot ser dividida en tres parts netament diferenciades. La primera d'elles –de SW a NE– està marcada per l'existència de grans amuntegaments de blocs que es perllonguen al llarg de la resta de la galeria, sobre els que s'han dipositat espeleotemes. La volta té el clàssic perfil semi-circular d'equilibri. En la segona part s'assoleix el nivell freàtic, mantenint-se les acumulacions de grans blocs però faltant les formes de reconstrucció. Finalment, el tercer tram apareix decorat per tot tipus d'espeleotemes i finalitza en una zona ocupada per uns espectaculars gours de grans dimensions.

En la **Galeria del Tragus** es poden distingir dues parts ben diferenciades. La primera meitat, que s'estén cap al SW, mostra unes mides discretes tant en amplitud com en alçada. S'alternen zones ocupades per blocs inestables amb d'altres cobertes per colades pavimentàries i altres espeleotemes, alguns d'ells afectats per processos de descalcificació. Després de superar un tram angost, es travessen diversos gours plens d'aigua i proveïts de notables i delicades cristallitzacions de calcita. Poc després es descendeix fins al nivell freàtic, començant a adquirir la galeria un volum major que supera en alguns punts els 8 m d'alçada (Figura 10). Aquest tram proper a l'encreuament que condueix a la **Galeria de les Columnes** és molt singular, degut a que es prodiguen estalactites i estalagmites de dimensions significatives.

A partir d'aquest punt, i fins el final de la galeria, la secció de la mateixa es torna gairebé quadrada, presentant el sòl cobert per potents dipòsits de materials al·lòctons formats per llims, argiles i sorres que contenen abundant fauna fòssil vertebrada endèmica pertanyent al gènere *Myotragus*. La galeria finalitza, cap al NE, en un col·lapse de blocs infranquejables.

La **Galeria de les Columnes** consta de dos trams; el primer d'ells té el sòl molt irregular i està ocupat per blocs, coberts en la seva majoria per espectaculars colades pavimentàries sobre les quals creixen estalagmites, columnes de bona mida i alguns massissos estalagmítics molt voluminosos. El tram que va cap al NE és de major longitud i comença amb un sector molt concrecionat, on sovintegen les columnes, massissos estalagmítics, estalactites de diversos tipus, estalagmites, colades, gours, etc. A aquesta zona segueix una altra coberta de blocs, que condueix fins a un gour de notables dimensions ocupat per l'aigua, que rep el nom del **Jacuzzi**.

Sector Nord

Aquest sector de la cavitat es localitza en la part situada més al SW del **Sector del Tragus**. En general es tracta de galeries de poca entitat desenvolupades en el pis superior, amb una disposició bastant laberíntica. A efectes descriptius la zona pot ser dividida en dues

parts, la primera de les quals té com a eix principal el passatge denominat **Meandre d'en Manolo**, que presenta una longitud aproximada de 250 m i les parets cobertes en molts de punts per colades parietals. Aquesta galeria d'aspecte meandriforme posseeix una alçada mitjana de 8 m, mentre que la seva amplada es manté entre 1 i 0,5 m, essent la part inferior la més estreta; els trams més baixos del sector meandriforme arriben fins al nivell freàtic. En la segona part sobresurt per les seves mides la **Galeria del Titani** la qual, amb 180 m de longitud aproximada, una alçada que assoleix els 6 m i una amplada variable d'entre 1 i 2 m és la de majors dimensions d'aquest sector. A les parets es poden apreciar els estrats rocosos coberts de formes de dissolució, que a mode d'esglaons conformen unes seccions transversals força peculiars en aquesta galeria.

Marc geològic

La cavitat està situada en la Marina de Lluçmajor, dins de la regió càrstica del Migjorn, la qual està constituïda per dipòsits calcaris tabulars postorogènics del Miocè superior (FORNÓS & GELABERT, 1995). Aquests dipòsits consisteixen bàsicament en les calcarenites i calcàries esculloses massives del *Complex d'Esculls* –d'edat Tortoniana superior-Messinià– i la seqüència car-

bonatada corresponent al *Complex Terminal*, d'edat messiniana (FORNÓS & GELABERT, 2004; POMAR *et al.*, 1983). Els materials rocosos que integren la plataforma de la Marina de Lluçmajor estan tan sols afectats per falles normals (distensives), amb sistemes associats de fractures d'orientació entre N-S i N060E, lligades a la subsidència de la conca de Campos durant el Neogen superior (LÓPEZ & MATEOS, 2006). La cavitat es desenvolupa íntegrament dins del *Complex d'Esculls* del Tortoniana, essent possible observar al llarg del seu recorregut les diferents fàcies corresponents als diversos ambients deposicionals que es donen en aquesta unitat (GINÉS *et al.*, 2008, 2009b).

VARIABILITAT LITOLÒGICA I MORFOGÈNESI

L'acusada diversitat morfològica observable entre els distints sectors de la cova està fortament controlada per la important variabilitat litològica que presenten els materials carbonatats, segons la seva ubicació dins l'arquitectura de l'escull Miocè (POMAR *et al.*, 1996).

Així, es poden distingir tres contextos litològics diferents que condicionen el desenvolupament del sistema espeleològic (Figura 11). Per una banda, les zones de la cavitat on s'han produït esfondraments i col·lapses generalitzats de les voltes (**Sector Antic**, **Sector de les Grans Sales** i **Sector del Clypeaster**) es desenvolupen en les fàcies de front o barrera del *Complex d'Esculls*



Figura 9: Situada en el **Sector del Clypeaster**, la **Galeria Voltors** sobresurt per tenir les parets, sòtils i sòl coberts per morfologies de dissolució generades en condicions freàtiques. (Foto: A. Merino).

Figure 9: Located at the **Sector del Clypeaster**, the **Galeria Voltors** is an outstanding passage whose walls, ceiling and floor are covered in solutional morphologies produced in phreatic conditions. (Photo: A. Merino).



Figura 10: El **Sector del Tragus** presenta unes galeries rectilínies amb fort control estructural. En alguns llocs s'arriba al nivell freàtic i es possible observar antics nivells dels llacs enregistrats en les parets. (Foto: A. Merino).

Figure 10: **Sector del Tragus** shows rectilinear galleries with tight structural control. At some spots the phreatic level is reached and former drowning levels are clearly seen recorded on the walls. (Photo: A. Merino).

del Tortonà superior. En aquestes fàcies s'observen per tot arreu bioconstruccions de coralls, que apareixen buidades per la dissolució preferencial dels edificis coral·lins, tal i com succeeix tot al llarg de la **Galeria Voltors** que ressegueix fidelment la barrera de l'escull (GINÉS *et al.*, 2008, 2009b). Els materials de les fàcies de front d'esculls són molt porosos i d'elevada permeabilitat i, a més a més, la seva escassa consistència facilita els processos d'ajustament mecànic dels buits generats per dissolució. Per altra banda, les grans galeries i les zones laberíntiques que les envolten es corresponen amb els sectors més interns de la cavitat (**Sector del Tragus**, **Sector Nord** i **Sectors de Gregal**), els quals es desenvolupen en les fàcies de *lagoon extern* del *Complex d'Esculls* (POMAR *et al.*, 1996). Aquí els materials calcaris presenten un caràcter massiu i una baixa permeabilitat, al temps que estan afectats per una intensa fracturació en la que dominen les direccions SW-NE. En zones puntuals, aquestes galeries de notable longitud mostren també fenòmens de col·lapse que ocasionen importants eixamplaments (per exemple, la **Plaça de Toros**), relacionats amb la presència de construccions coral·lines aïllades (*patch reefs*) distribuïdes dins les fàcies de *lagoon extern* (GINÉS *et al.*, 2008, 2009b). Per últim, l'acabament de les galeries de major entitat que

constitueixen el **Sector del Tragus** i el **Sector de Gregal** pareix estar relacionat amb un nou canvi litològic, que correspondria a la presència de dipòsits atribuïbles a les fàcies de *lagoon intern* del *Complex d'Esculls* del Tortonà (POMAR *et al.*, 1996). Aquestes fàcies mostren una disposició en capes de materials més calcisilícics i fins i tot margosos, amb una potència entre decimètrica i mètrica.

Espeleotemes i morfologies de dissolució

La Cova des Pas de Vallgornera ja va destacar en el seu moment (MERINO, 1993, 2000) per l'excepcionalitat, abundància, riquesa i espectacularitat dels espeleotemes i morfologies de dissolució presents en la cavitat. Durant els treballs d'exploració i topografia dels nous sectors descoberts (GRÀCIA *et al.*, 2009a; MERINO *et al.*, 2006, 2007, 2008, 2009c) s'han anat documentant diferents espeleotemes i formes de corrosió que se sumen als ja coneguts i descrits en anteriors

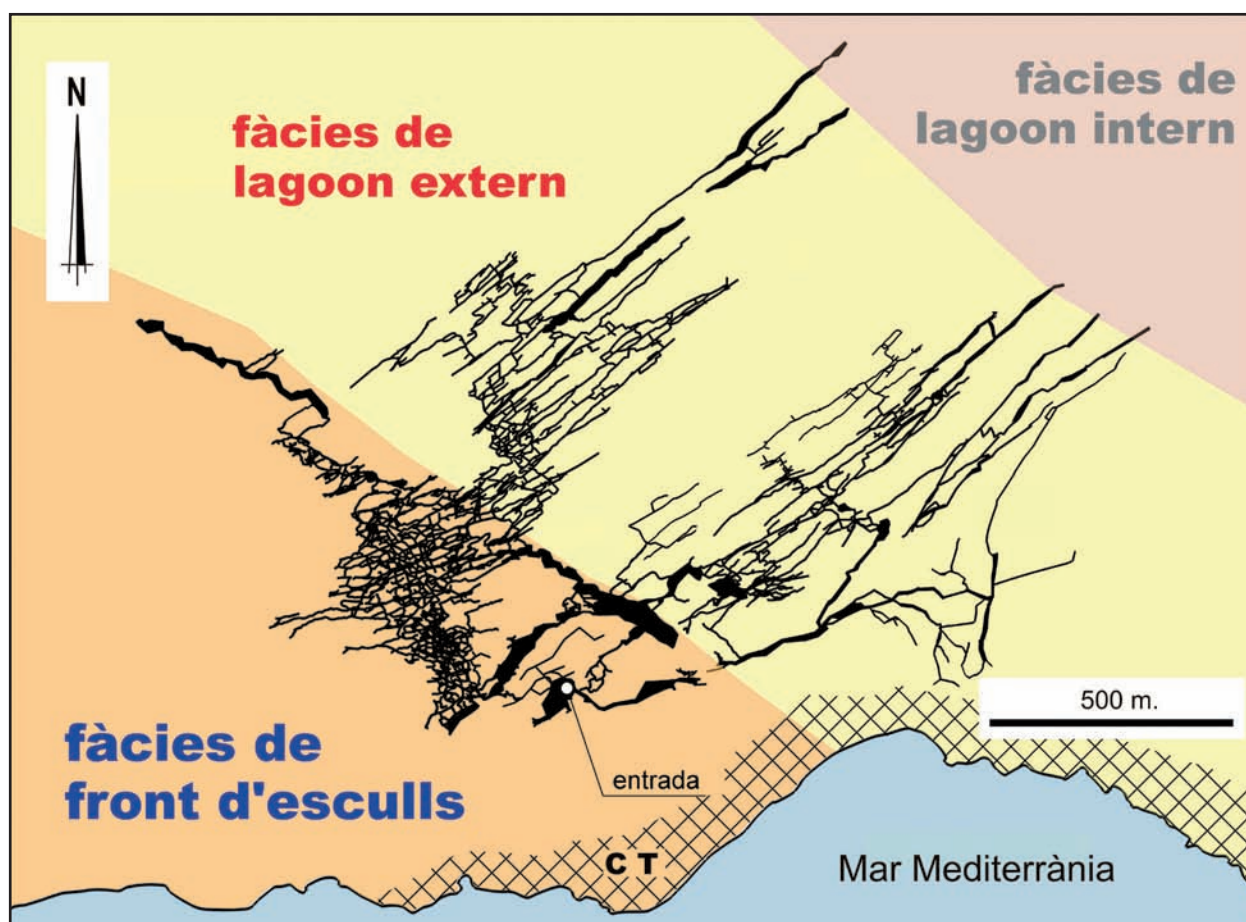


Figura 11: La topografia de la Cova des Pas de Vallgornera, en relació amb la disposició de les fàcies del Complex d'Esculls del Tortonà superior a la plataforma de Lluçmajor. CT: Complex Terminal messinià.

Figure 11: The plan of Cova des Pas de Vallgornera shows clear connection with the facies disposition within the Upper Tortonian Reef Complex in the Lluçmajor platform. CT: Messinian Terminal Complex.

treballs (MERINO, 2006, 2007a, 2007b, 2008). Els dipòsits cristal·lins documentats fins al moment a la cavitat abracen la gran majoria d'espeleotemes carbonàtics presents habitualment en les coves càrstiques (GINÉS, 1995; HILL & FORTI, 1997). En aquest sentit, estan ben representats els espeleotemes produïts pels degoteigs procedents del sòtil de la cova (estalactites de tot tipus, estalagmites, columnes i banderes), així com els precipitats generats pel flux de petites quantitats d'aigua sobre les parets i el paviment de la cavitat (colades parietals i pavimentàries). D'altra banda són remarcables, per la seva abundància i riquesa de formes, els espeleotemes de percolació localitzats en els sòtils, parets o sòls de les distintes galeries i sales, com per exemple les estalactites excèntriques o helictites, els discos, i les concrecions botrioidals. Cal ressaltar també els espeleotemes subaquàtics dipositats en condicions vadoses, com són els gours, làmines de calcita flotant, estalagmites còniques subaquàtiques, plats, cornises, etc. Finalment, és necessari remarcar la presència de tipologies d'espeleotemes no representades en altres localitats de l'illa, com és el cas de les toveres –o *cave rims*– i de les *U-loops*, per citar tan sols alguns exemples significatius (MERINO *et al.*, 2009a, 2009b; MERINO & FORNÓS, 2010b).

Una menció apart mereixen els espeleotemes subaquàtics dipositats en condicions freàtiques, en relació amb el present nivell marí o fins i tot amb antics nivells de la Mediterrània (GINÉS, 2000b; TUCCIMEI *et al.*, 2006). En aquest sentit, són ben cridaners els espeleotemes freàtics d'aragonita de superfície llisa, que delimiten bandes groguenques de cristal·litzacions en les voreres dels llacs salabrosos de la cavitat; aquests dipòsits són de cronologia clarament holocena i enregistren el nivell marí subactual (TUCCIMEI *et al.*, 2010). Altres cristal·litzacions freàtiques de calcita, amb textures rugoses, coral·loides o macrocristal·lins, corresponen a antics nivells de la Mediterrània durant l'últim interglacial –entre 81 ka i 120 ka BP– i se situen respectivament a 1,5 i 2,6 m per sobre de l'actual nivell freàtic (DORALE *et al.*, 2010).

Les formes de dissolució originades en condicions freàtiques són destacables pel que fa a la seva abundància i varietat, i poden ser relacionades amb els processos de mescla costanera tal i com s'ha proposat per a la generalitat de coves del Migjorn de l'illa (GINÉS & GINÉS, 1992, 2009). En un primer treball (MERINO, 2000), ja es feia patent la singularitat d'aquestes morfologies i es descrivien les formes presents en les zones de la cavitat aleshores conegudes, incloent la part designada com a les **Noves Extensions**. En aquest sector, així com en les zones recentment explorades, s'ha descrit una àmplia varietat de formes de corrosió: morfologies espongiformes (*spongework*), ninxols i concavitats de dissolució (*solution pockets*), cúpules (*bell holes*), regates horitzontals (*solution notches*) amb facetes inclinades de dissolució (*facets* o *solution bevels*), sòtils ondulats de relleu suau, túnels de secció lenticular i galeries freàtiques de diversa morfologia (GRÀCIA *et al.*, 2009b; MERINO, 2006, 2007a, 2007b). També estan representats els pouets de dissolució, produïts per degoteigs en condicions vadoses, els quals assoleixen de vegades profunditats superiors al metre (MERINO, 2006).

Sediments

Un altre aspecte remarcable de la cavitat és l'existència de sediments de caràcter al·lòcton que es distribueixen en diverses zones, especialment al **Sector del Tragus**, **Sector Nord** i **Sector de Gregal**. En el primer cas, existeixen uns dipòsits molt massius i de notable potència –prop de 2 m d'espessor– consistents en llims i arenas bastant classificats que contenen, entre d'altres, restes de vertebrats endèmics extints pertanyents al gènere *Myotragus* (Figura 12); aquests materials ossis semblen tenir una cronologia que es remunta al Pliocè superior. Els altres dos sectors contenen acumulacions de llims vermells que cobreixen el sòl de moltes galeries. Finalment, és precís esmentar la presència –en distintes zones dels **Descobriments 2004**– de sediments de coloracions negrenques, rics en ferro i manganès, que podrien tenir relació amb els processos hipogènics que es tractaran tot seguit.

Els processos d'espeleogènesi hipogènica

Qualsevol observació més o manco detallada de la Cova des Pas de Vallgornera posa de manifest que es tracta d'una cavitat del tot singular, en comparació amb els fenòmens endocàrstics habituals en la regió del Migjorn de Mallorca. A més del seu excepcional recorregut, que supera els 65.000 m, alguns aspectes morfològics peculiars i l'existència de dipòsits minerals específics apunten cap a la implicació d'altres mecanismes espeleogènics, que se sumarien als processos lligats a la zona de mescla litoral (GINÉS *et al.*, 2008, 2009a). En aquest sentit, una recàrrega basal de caràcter hipogènic –en el sentit enunciat per KLIMCHOUK (2007)– pareix haver jugat un paper important en l'excavació de la cova, en base a una sèrie d'evidències que es tractaran a continuació.

EL PATRÓ TOPOGRÀFIC DE LA COVA

El desenvolupament planimètric de la cavitat és realment complex i s'enquadraria en la categoria general de coves laberíntiques, que han estat estudiades en profunditat per PALMER (1991, 2007). No obstant això, el patró topogràfic de la cova no és gens homogeni ja que varia des d'una disposició ramiforme-espongiforme, en els sectors situats cap al SW i més propers a la línia de costa, fins a un conjunt laberíntic de galeries amb un fort control estructural, en els sectors més interns de la cova. D'aquesta manera, la disposició espacial i les morfologies presents en els sectors més propers a la costa –excavats en les fàcies molt permeables de front d'esculls– són similars a les d'altres cavitats de la regió del Migjorn. Contràriament, les galeries que formen les zones més internes de la cova es corresponen amb un patró de laberint irregular 2D, generat en condicions freàtiques somes en les fàcies de *lagoon*, i on sovint

tegen les morfologies que evidenciarien una recàrrega basal de tipus hipogènic (GINÉS *et al.*, 2009a); aquesta recàrrega no meteòrica podria estar relacionada amb l'existència d'anomalies geotèrmiques locals (LÓPEZ, 2007), a les que es farà referència més endavant. No obstant això, cal tenir present la participació d'una gens menyspreable alimentació epigènica evidenciada pels episodis de sedimentació al·lòctona abans referits, configurant un context espeleogenètic força complex en el que participen: la dissolució lligada a la zona de mescla litoral, l'alimentació profunda hipogènica i la recàrrega superficial meteòrica (GINÉS *et al.*, 2008).

LES MORFOLOGIES DE DISSOLUCIÓ ASCENDENT

Aquest conjunt de morfologies generades per fluxos ascendents –denominat en anglès *Morphologic Suite of Rising Flow*– ha estat descrit recentment per KLIMC-HOUK (2007, 2009). Per a l'esmentat autor, aquesta associació morfològica estaria lligada a mecanismes de dissolució de caràcter hipogènic provocats per fluxos d'origen profund, que generen tota una gamma de formes amb funcionalitats hidrològiques específiques. Recentment s'han publicat diversos treballs sobre la Cova

des Pas de Vallgornera (GINÉS *et al.*, 2008, 2009a; GRÀCIA *et al.*, 2009b; MERINO & FORNÓS, 2010a; FORNÓS *et al.*, 2011) on es descriu aquesta associació de morfologies, integrada per punts d'alimentació (*feeders*) situats en el sòl de les galeries, formes ascendents de dissolució a les parets i sòtils (*rising wall channels*, *ceiling channels*), i punts de descàrrega localitzats als sòtils dels passatges (*outlets*, *bell holes*). També s'han descrit una sèrie de morfologies associades, que solen estar representades en les cavitats d'origen hipogènic encara que no són exclusives d'aquestes, com poden ser els envans de roca (*partitions*) i les galeries cegues (*dead ends*).

ELS DIPÒSITS MINERALS

Cal fer referència ara a determinats dipòsits minerals trobats fins al present, les característiques dels quals són singulars en comparació amb el que és habitual en altres coves de les Balears. Per una banda, ja han estat esmentats els sediments detrítics de colors negreus, rics en Mn i Fe, que apareixen en els sòls i parets inclinades de determinades galeries, alternant de vegades amb llims i argiles vermelles; en ocasions



Figura 12: En la **Galeria del Tragus** la gran acumulació de llims i sediments arenosos conté, entre d'altres, restes de vertebrats extints pertanyents al gènere *Myotragus*. (Foto: A. Merino).

Figure 12: At **Galeria del Tragus**, the massive and thick accumulation of silt and sandy deposits contains, among others, remains of extinct vertebrates belonging to the *Myotragus* genus. (Photo: A. Merino).

es presenten com a crostes negres, ben endurides, que entapissen les parets d'alguns passatges del **Sector del Tragus**. En les zones més internes de la cova s'han descrit toveres i conductes respiradors (MERINO, 2006, 2007b) que alberguen una interessant associació mineral. Les toveres consisteixen en una crosta cristal·lina que es projecta des dels límits d'un conducte respirador cap a la galeria on es localitza. Als voltants d'aquestes morfologies s'observen cristal·litzacions on s'han identificat espècies minerals com huntita, celestina, guix, estroncianita, etc (MERINO *et al.*, 2009a, 2009b). Els conductes respiradors, i molt sovint les parets i sòtils de les galeries, estan cobertes per uns dipòsits de coloracions més aviat fosques de composició molt rica en Fe i Mn. Aquests dipòsits es presenten com a masses esponjoses amb aspecte de malla i amb un grossor variable que no acostuma superar els 5 mm; exhibeixen diferents colors, que van des de les tonalitats groguenques, als colors vermellorsos, negrencs, marronencs i fins i tot verdosos. Presumiblement, aquestes mineralitzacions estarien relacionades, en certa mesura, amb elements químics (Sr, Ba...) aportats pels fluxos hipogènics durant les fases inicials de l'evolució de la cavitat.

LES ANOMALIES GEOTÈRMiques DE LA PLATAFORMA DE LLUCMAJOR

Les morfologies i dipòsits minerals descrits en els paràgrafs anteriors posarien en evidència la participació de processos hipogènics en l'excavació de la cavitat (KLIMCHOUK, 2007, 2009), la hidrogeoquímica dels quals està encara per determinar. Aquests processos, que impliquen una recàrrega hídrica basal, estarien relacionats amb les anomalies geotèrmiques estudiades a l'aqüífer de la plataforma de Llucmajor, on han estat documentades aigües termals amb temperatures superiors als 50° C (LÓPEZ, 2007; LÓPEZ & MATEOS, 2006). Els processos geoquímics que podrien estar implicats en l'espeleogènesi hipogènica d'aquest gran sistema endocàrstic abracen des del refredament d'aigües termals, fins a la recàrrega d'aigües profundes riques en CO₂, passant pels processos de mescla entre l'aqüífer meteòric costaner i les aigües d'origen profund (DUBLYANSKY, 2005; KLIMCHOUK, 2007; PALMER, 2007). Finalment, un altre procés geoquímic que podria aportar CO₂ al sistema seria l'oxidació del metà (CH₄) d'origen profund; aquest gas ha estat identificat en pous i aigües termals de la zona meridional de Mallorca (LÓPEZ, 2007).

Epíleg

La Cova des Pas de Vallgornera és una localitat única dins l'endocàrst desenvolupat en les calcàries esculloses del Miocè superior, que configuren la regió natural del Migjorn de Mallorca. Com a conseqüència de l'elevat valor patrimonial natural d'aquest sistema subterrani, la cova es troba sota la tutela de la Conselleria de Medi Ambient del Govern Balear, i fou declarada Lloc d'Inte-

rès Comunitari, dins la xarxa Natura 2000 (Directiva del Consell Europeu 92/43/CEE) i s'aprova el LIC el 2006. Malgrat aquesta situació de protecció efectiva per part de l'autoritat mediambiental autonòmica, resta encara pendent la redacció i implementació d'un pla de gestió i protecció de la cova, que salvaguardi aquesta localitat excepcional i reguli de forma clara i duradora el seu ús.

Agraïments

Les exploracions i activitats topogràfiques que s'han dut a terme han estat realitzades pel Grup Espeleològic de Llubí, la Agrupació Voltors, el Grup Espeleològic EST i el Grup Nord de Mallorca. A nivell individual s'ha d'agrair de manera especial la seva col·laboració a Pedro Calafat, Vicente Villalonga i Santi García, de l'Agrupació Voltors; a Mateu Fiol del Grup Espeleològic EST; així com a Pere Gamundí i Bernat Clamor del GNM.

S'ha de destacar la bona predisposició de la Conselleria de Medi Ambient del Govern Balear, en especial la tasca de Margalida Femenía, per autoritzar i recolzar les tasques efectuades a la cova, així com la seva inestimable ajuda en la protecció de la cavitat.

Les tasques d'exploració i documentació sota l'aigua s'han pogut realitzar en una primera fase d'estudi gràcies al projecte d'investigació sufragat per l'Obra Social de "SA NOSTRA", dins la convocatòria d'ajuts per a projectes de Conservació de la Biodiversitat 2008. Part del present treball queda emmarcat dins del projecte de recerca finançat per Ministerio de Ciencia e Innovación (MICINN), CGL2010-18616/BTE.

Bibliografia

- COLLIGNON, M. (1982): Une première des spéléos namuroises a Majorque (Espagne). *Au Royaume d'Hades. Groupe Spéléo Namur-Ciney*, 2: 15-26.
- DORALE, J.A.; ONAC, B.P.; FORNÓS, J.J.; GINÉS, J.; GINÉS, A.; TUCCIMEI, P. & PEATE, D.W. (2010): Sea-level highstand 81,000 years ago in Mallorca. *Science*, 327: 860-863.
- DUBLYANSKY, Y. (2005): Hydrothermal caves. In: CULVER, D.C. & WHITE, W.B. (eds.) *Encyclopedia of caves*. Elsevier. Academic Press. 300-305. Burlington, USA.
- FORNÓS, J.J. & GELABERT, B. (1995): Litología i tectònica del carst de Mallorca / Lithology and tectonics of the Majorcan karst. In: GINÉS, A. & GINÉS, J. (eds.) *El carst i les coves de Mallorca / Karst and caves in Mallorca*. Endins, 20 / Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 3: 27-43.
- FORNÓS, J.J. & GELABERT, B. (2004): Balears. In: VERA, J.A. (ed.) *Geología de España*. Sociedad Geológica de España - IGME. 450-464. Madrid.
- FORNÓS, J.J.; MERINO, A.; GINÉS, J.; GINÉS, A. & GRÀCIA, F. (2011): Solutional features and cave deposits related to hypogene speleogenetic processes in a littoral cave of Mallorca Island (western Mediterranean). *Carbonates and Evaporites*, 26 (1): 69-81.
- GINÉS, A. (1995): Els espeleotemes de les coves de Mallorca / The speleothems of Majorcan caves. In: GINÉS, A. & GINÉS, J. (eds.) *El carst i les coves de Mallorca / Karst and caves in Mallorca*. Endins, 20 / Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 3: 87-97.

- GINÉS, A. (2000a): Patterns of collapse chambers in the endokarst of Majorca (Balearic Islands, Spain). *Acta Carsologica*, 29 (2): 139-148.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1992): Las Coves del Drac (Manacor, Mallorca). Apuntes históricos y espeleogenéticos. *Endins*, 17-18: 5-20.
- GINÉS, J. (2000b): *El karst litoral en el levante de Mallorca: Una aproximación al conocimiento de su morfogénesis y cronología*. Tesis doctoral. Universitat de les Illes Balears. 595 pp. Inèdita.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (2009): Proposta d'una nova classificació morfogenètica de les cavitats càrstiques de l'illa de Mallorca. *Endins*, 33: 5-18.
- GINÉS, J.; GINÉS, A.; FORNÓS, J.J.; GRÀCIA, F. & MERINO, A. (2008): Noves observacions sobre l'espeleogènesi en el Migjorn de Mallorca: els condicionants litològics en alguns grans sistemes subterranis litorals. *Endins*, 32: 49-79.
- GINÉS, J.; GINÉS, A.; FORNÓS, J.J.; MERINO, A. & GRÀCIA, F. (2009a): On the role of hypogene speleogenesis in shaping the coastal endokarst of southern Mallorca (Western Mediterranean). In: KLIMCHOUK, A.B. & FORD, D.C. (eds.) *Hypogene speleogenesis and karst hydrogeology of artesian basins*. Ukrainian Institute of Speleology and Karstology, Special Paper 1: 91-99. Simferopol, Ucraïna.
- GINÉS, J.; GINÉS, A.; FORNÓS, J.J.; MERINO, A. & GRÀCIA, F. (2009b): About the genesis of an exceptional coastal cave from Mallorca Island (Western Mediterranean). The lithological control over the pattern and morphology of Cova des Pas de Vallgornera. In: WHITE, W.B. (ed.) *Proc. 15th Int. Congress Speleol.*, 1: 481-487. Kerrville, USA.
- GRÀCIA, F.; FORNÓS, J.J.; GAMUNDÍ, P.; CLAMOR, B.; PO-COVÍ, J. & PERELLÓ, M.A. (2009a): Les descobertes subaquàtiques a la Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca): història i descripció dels descobriments, hidrologia, espeleotemes, sediments, paleontologia i fauna. *Endins*, 33: 35-72.
- GRÀCIA, F.; FORNÓS, J.J.; GAMUNDÍ, P.; CLAMOR, B. & PO-COVÍ, J. (2009b): Morfologies de corrosió a la part submergida de la Cova des Pas de Vallgornera. Sector Antic, Sector de Gregal i Sector de les Grans Sales. *Endins*, 33: 73-98.
- HILL, C. & FORTI, P. (1997): *Cave minerals of the World*. National Speleological Society, 238 pp. Huntsville, USA.
- KLIMCHOUK, A.B. (2007): *Hypogene speleogenesis: hydrogeological and morphogenetic perspective*. National Cave and Karst Research Institute. Special paper 1. 106 pp. Carlsbad, USA.
- KLIMCHOUK, A.B. (2009): Morphogenesis of hypogenic caves. *Geomorphology*, 106: 100-117.
- LÓPEZ, J.M. (2007): *Las manifestaciones hidrotermales del sur de Llucmajor, Mallorca*. Memoria d'Investigació. Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears. 132 pp. Inèdita.
- LÓPEZ, J.M. & MATEOS, R.M. (2006): Control estructural de las anomalías geotérmicas y la intrusión marina en la plataforma de Llucmajor y la cubeta de Campos (Mallorca). *Las aguas subterráneas en los países Mediterráneos*. Instituto Geológico y Minero de España. Serie Hidrogeología y Aguas Subterráneas, 17: 607-613. Madrid.
- MERINO, A. (1993): La Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 19: 17-23.
- MERINO, A. (2000): Nuevas extensiones de la Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 23: 7-21.
- MERINO, A. (2006): Espeleotemas poco frecuentes y morfologías de corrosión hallados en la Cova des Pas de Vallgornera. *Endins*, 30: 49-70.
- MERINO, A. (2007a): Algunos espeleotemas poco habituales hallados en la Cova des Pas de Vallgornera. Nuevas observaciones. *Endins*, 31: 111-116.
- MERINO, A. (2007b): Solutional sculpturings and uncommon speleothems found in the Cova des Pas de Vallgornera, Majorca, Spain. *NSS News*, 65 (9): 14-20.
- MERINO, A. (2008): Nueva aportación al conocimiento de los espeleotemas y morfologías existentes en la Cova des Pas de Vallgornera. *Endins* 32: 43-48.
- MERINO, A. & FORNÓS, J.J. (2010a): Los conjuntos morfológicos de flujo ascendente (Morphological Suite of Rising Flow) en la Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 34: 87-102.
- MERINO, A. & FORNÓS, J.J. (2010b): Presencia de Pool Fingers y U-loops en la Cova des Pas de Vallgornera (Mallorca, España). *Endins*, 34: 103-107.
- MERINO, A.; FORNÓS, J.J. & ONAC, B.P. (2009a): Preliminary data on mineralogical aspects of cave rims and vents in Cova des Pas de Vallgornera, Mallorca. In: White, W.B. (ed.) *Proc. 15th Int. Congress Speleol.*, 1: 307-311. Kerrville, USA.
- MERINO, A. & FORNÓS, J.J. & ONAC, B. (2009b): Datos preliminares sobre la mineralogía de los precipitados asociados a los respiraderos y toberas existentes en la Cova des Pas de Vallgornera (Mallorca). *Endins*, 33: 99-104.
- MERINO, A.; MULET, A. & MULET, G. (2006): La Cova des Pas de Vallgornera: 23 kilómetros de desarrollo topografiado (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 30: 29-48.
- MERINO, A.; MULET, A.; MULET, G.; CROIX, A. & GRÀCIA, F. (2007): La Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca): 40 kilómetros de desarrollo topografiado. *Endins*, 31: 101-110.
- MERINO, A.; MULET, A.; MULET, G.; CROIX, A. & GRÀCIA, F. (2008): La Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca): alcanza los 55 kilómetros de desarrollo topográfico. *Endins*, 32: 33-42.
- MERINO, A.; MULET, A.; MULET, G.; CROIX, A. & GRÀCIA, F. (2009c): Cova des Pas de Vallgornera: an exceptional littoral cave from Mallorca Island (Spain). In: WHITE, W.B. (ed.) *Proc. 15th Int. Congress Speleol.*, 1: 522-527. Kerrville, USA.
- PALMER, A.N. (1991): Origin and morphology of limestone caves. *Geological Society of America Bulletin*, 103: 1-21.
- PALMER, A.N. (2007): *Cave Geology*. Cave Books. 454 pp. Dayton, Ohio, USA.
- POMAR, L.; ESTEBAN, N.; CALVET, F. & BARÓN, A. (1983): La Unidad Arrecifal del Mioceno Superior de Mallorca. In: POMAR, L.; OBRADOR, A.; FORNÓS, J.J. & RODRÍGUEZ-PÉREA, A. (eds.) *El Terciario de las Baleares. Guía de las Excursiones del X Congreso Nacional de Sedimentología, Menorca* 83. Institut d'Estudis Balearics. Universidad de Palma de Mallorca. 139-175. Palma.
- POMAR, L.; WARD, W.C. & GREEN, D.G. (1996): Upper Miocene reef Complex of the Llucmajor area, Mallorca, Spain. In: FRASEEN, E.; ESTEBAN, M.; WARD, W.C. & ROUCHY, J.M. (eds.) *Models for carbonate stratigraphy from Miocene reef complexes of the Mediterranean regions*. SEPM Concepts in Sedimentology and Paleontology, 5: 191-225.
- TUCCIMEI, P.; GINÉS, J.; DELITALA, C.; GINÉS, A.; GRÀCIA, F.; FORNÓS, J.J. & TADDEUCCI, A. (2006): Last interglacial sea level changes in Mallorca island (Western Mediterranean). High precision U-series data from phreatic overgrowths on speleothems. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 50 (1): 1-21.
- TUCCIMEI, P.; SOLIGO, M.; GINÉS, J.; GINÉS, A.; FORNÓS, J.J.; KRAMERS, J. & VILLA, I.M. (2010): Constraining Holocene sea levels using U-Th ages of phreatic overgrowths on speleothems from coastal caves in Mallorca (Western Mediterranean). *Earth Surface Processes and Landforms*, 35 (7): 782-790.